

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

«_____» _____ 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050503 - Машинобудування (6.050502 - Інженерна механіка)
на тему: Млин маятниковий з модернізацією муфти приводу

Виконав: студент 4 курсу, групи ЛП – 51(2)

Яровий Роман Вадимович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник: старший викладач Борщик Сергій Олександрович

(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти з розділів:

ОХОРОНА ПРАЦІ _____ доц. Ковтун І.М.

МОДЕРНІЗАЦІЯ _____ д.т.н., проф. Щербина В.Ю.

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ _____ ст.викл. Борщик С.О.

РЕЦЕНЗЕНТ _____

(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____ (підпис)

Київ 2019 рік

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 6.050502 – інженерна механіка (6.050503 – машинобудування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

« _____ » _____ 2019 р

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Яровому Роману Вадимовичу

(П.І.Б.)

1. Тема проекту: Млин маятниковий з модернізацією муфти приводу

керівник проекту: старший викладач Борщик Сергій Олександрович

затверджена наказом по університету від « 22 » травня 2019р. № 1323-с

2. Строк подання студентом проекту « » _____ 201 р. _____

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ТБ та ОП	доц. Ковтун І.М.		
Модернізація	д.т.н., проф.. Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	ст.викл. Борщик С.О.		

7. Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Отримання завдання для дипломного проекту.		
2.	Проходження переддипломної практики.		
3.	Здійснення пошуку патентів. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.		
4.	Обґрунтування модернізації.		
5.	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»		
6.	Виконання розрахунків.		
7.	Підготовка розділу «Розрахунки»		
8.	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла»		
9.	Робота над кресленнями в CAD-системах .		
10.	Захист дипломного проекту		

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ІНДЕКСІВ І ТЕРМІНІВ

Умовні позначення:

D – діаметр, м;

P – сила стискання матеріалу, МН;

G – сила тяжіння ролика, Н;

$D_{\text{сер}}$ – середній діаметр матеріалу на вході

f – коефіцієнт тертя матеріалу;

d – діаметр ролика, мм;

i – ступінь подрібнювання;

B – ширина ролика, мм;

v_r – колова швидкість ;

N – потужність, кВт;

n – частота обертання, об./с. ;

u – передаточне число машини;

z – число роликів;

a – міжосьова відстань, мм;

β – центральний кут, рад;

M_r – крутний момент, Нм

C_1 – коефіцієнт, що залежить від довжини паса;

μ – коефіцієнт розпушування;

v – швидкість, м/с;

ρ – об'ємна маса матеріалу, т/м³ ;

σ – границя міцності матеріалу на стирання, Па;

L – розрахункова довжина паса, мм;

$d_{\text{сер}}$ – кінцевий розмір продукту, мм;

AL_{F1} – кут обхвату на ведучому шківі;

C_p – коефіцієнт динамічності;

C_a – коефіцієнт кута обхвату;

K – коефіцієнт запасу міцності

S – площа, мм^2 ;

E – модуль пружності, МПа;

Q – тиск, МПа;

Скорочення:

ІХФ – інженерно-хімічний факультет;

НТУУ «КПІ» – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»;

ПЗ – пояснювальна записка;

РР – Розрахунки;

ТЕ – Технологія машинобудування.

Індекси:

k_l – передаточне число

r – шків

$_{сер}$ – середнє значення

$_0$ – початкове значення

РЕФЕРАТ

«Маятниковий млин з модернізацією привідного пристрою». Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Керівник: Борщик Сергій Олександрович . Відповідальний виконавець: Яровий Роман Вадимович.

Метою даного дипломного проекту є розробка і проектування маятникового млину, згідно з технічним завданням, пошук та вибір модернізації привідного пристрою, виконання розрахунків.

Принцип дії маятникового млина наступний: матеріал подрібнюється між роликом і нерухомим кільцем, за рахунок відцентрових сил, що виникають у результаті обертання валу, на якому шарнірно закріплено маятники(на яких знаходяться ролики)

Методи розробки і проектування - розрахунки параметричні та кінематичні, розрахунок за допомогою засобів САПР

Графічна частина була виконана за допомогою «КОМПАС», пояснювальна записка була виконана за допомогою ЕОМ.

МАЯТНИКОВИЙ МЛИН, ПРИВІДНИЙ ПРИСТРІЙ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ПРОЕКТУВАННЯ , ПАТЕНТНИЙ ПОШУК, РОЗРАХУНКИ.

РЕФЕРАТ

«Маятниковая мельница с модернизацией приводного устройства». Дипломный проект образовательно-квалификационного уровня «бакалавр» НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского».

Руководитель: Борщик Сергей Александрович. Ответственный исполнитель: Яровой Роман Вадимович.

Целью данного дипломного проекта является разработка и проектирование маятниковой мельницы, согласно техническому заданию, поиск и выбор модернизации приводного устройства, выполнение расчетов.

Принцип работы маятниковой мельницы следующий: материал измельчается между роликом и неподвижным кольцом, за счет центробежных сил, возникающих в результате вращения вала, на котором шарнирно закреплены маятники (на которых находятся ролики)

Методы разработки и проектирования - расчеты параметрические и кинематические, расчет с помощью средств САПР

Графическая часть была выполнена с помощью «КОМПАС», пояснительная записка была выполнена с помощью ЭВМ.

МАЯТНИКОВАЯ МЕЛЬНИЦА, ПРИВОДНЫЕ УСТРОЙСТВА, МОДЕРНИЗАЦИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК, РАСЧЕТЫ.

ABSTRACT

"Swing mill with modernization of drive unit". Diploma project of educational qualification level "Bachelor" of NTUU "KPI them. Igor Sikorsky".

Leader: Borshchik Sergey Alexandrovich. Responsible executor: Yarovy Roman Vadimovich.

The purpose of this diploma project is the development and design of a swing mill, in accordance with the specifications, the search and selection of the device's modernization, and the execution of calculations.

The principle of the work of the pendulum mill is as follows: the material is crushed between the roller and the fixed ring, due to the centrifugal forces arising as a result of the rotation of the shaft, on which pendulum pivots are mounted (on which there are rollers)

Methods of design and design - calculations of parametric and kinematic, calculation with the help of CAD tools

The graphic part was executed using "KOMPAS", an explanatory note was made using a computer.

MYATNIK MILN, DRIVING DEVICE, MODERNIZATION, DESIGN, PATENT SEARCH, CALCULATIONS.

ЗМІСТ ДО РОЗДІЛУ

ВСТУП	2
1 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНОГО ГІПСУ 3	
ВИКОРИСТАННЯМ МАЯТНИКОВОГО МЛИНА.....	3
1.1 Опис технологічного процесу виготовлення будівельного гіпсу	3
1.2 Обґрунтування застосування млина у технологічній схемі виробництва будівельного гіпсу	5
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАЯТНИКОВОГО МЛИНА	6
2.1 Технічні характеристики маятникового у таблиці 2.1	6
3 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИП ДІЇ МАЯТНИКОВОГО МЛИНА ..	7
4 ПАТЕНТНО ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	10
РОЗГЛЯНУВШИ ПРИВЕДЕНІ В ДОДАТКУ А ПАТЕНТИ, БУЛО ОБРАНО НИЖЧЕ ПРИВЕДЕНИЙ, ЯК ТАКИЙ, ЩО МІСТИТЬ НАЙБІЛЬШ РАЦІОНАЛЬНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ:	16
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	18
5.1 Повітря робочої зони	18
5.2 Виробничий шум.....	20
5.3 Небезпека дії рухомих частин, що обертаються.....	20
5.4 Пожежна небезпека.....	21
6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	23
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ	24
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	25

					<i>ЛП51.063113.01-90ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яровий Р.В.			Маятниковий млин з модернізацією привідного пристрою	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Борщик С.О.					1	23
Реценз.						НТУУ«КПІ ім.Ігоря Сікорського»		
Н. Контр.								
Затверд.		Гондях О.В.						

ВСТУП

Дана бакалаврська робота присвячена дослідженню та модернізації маятникового млина з метою покращення працездатності. Маятниковими називають млини у яких ролики закріплено шарнірно на центральному валу, та за рахунок відцентрових сил притискаються до нерухомого розмельного кільця.

Помел в млині здійснюється роздавлюванням та частково стиранням.

В млин матеріал подається з допомогою живильника. Млини такого типу мають постійну подачу. Зазвичай маятникові млини застосовують у силікатній промисловості будівельних матеріалів. В такому типі млинів, обертовий рух здійснює вал на якому встановлено хрестовину. На хрестовині підвішено маятники, до яких прикріплено обертові ролики.

Дрібні частинки матеріалу осідають у циклоні та надходять далі у виробництво або до пакувальних машин. До вентилятору направляється повітря з циклона, потім знову до машини. За допомогою рукавного фільтра частина повітря, з метою розрідження викидається в атмосферу.

Продуктивність млинів залежить від заданого ступеню помелу та розмелу матеріалів. Маятникові млини працюють у замкнутому циклі з повітряними сепараторами. Вентилятор подає повітря через повітряний колектор в робочий простір млина, дрібні частинки захоплюються в прохідний сепаратор. Потім ці дрібні частинки виносяться в циклон, а більші вертаються на домелення, у млин.

					<i>ЛП51.063113.01-90ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

1 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНОГО ГІПСУ З ВИКОРИСТАННЯМ МАЯТНИКОВОГО МЛИНА.

1.1 Опис технологічного процесу виготовлення будівельного гіпсу

Виробництво гіпсу розпочинається з етапу підготовки сировини, а саме з сушіння та помелу сировинних матеріалів у вигляді гіпсового каменю.[1]

Деколи тонкому помелу піддають навіть природний гіпс. Етапи виробництва гіпсу прямо залежать від типу агрегату, в якому відбувається його дегідратація.

В даний момент найбільш широко поширені дві основні технологічні схеми: за першою схемою дегідратація відбувається у варильних котлах безперервної або періодичної дії, де сам матеріал не дотикається до топкових газів. Для використання варильних котлів, гіпс потрібно попередньо подрібнити. За другою схемою дегідратація кускового гіпсу відбувається в сушильних барабанах, а випалений продукт піддається подальшому помелу.

Існують також схеми для одночасного помелу і дегідратації гіпсу.

Гіпсовий камінь постачають на виробництво з кар'єрів, який має вигляд кусків розміром до 350 мм або щебеню.

Вологий гіпсовий камінь має високу в'язкість. Тому спочатку його потрібно висушити, що полегшує процес його подальшого подрібнення і збільшує продуктивність помольного устаткування.

Розглянемо більш детально технологічну лінію для виготовлення будівельного гіпсу

Гіпсовий щебінь з бункера 1, живильником 2 подається в ролико-маятниковий млин 3. Гази, одержані під час спалювання палива в виносній топці 4, за рахунок тяги, створеною вентилятором 5, підхоплюють подрібнений продукт і направляють до циклону першого ступеня очищення 6, уловлену порошок гіпсу гвинтовим конвеєром 7, направляється в бункер сировинної муки 8

					ЛП51.063113.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Більш тонке очищення отриманих димових газів здійснюється в циклонах другого ступеня 9 і електрофільтрі 19. Осаджений пил гвинтовими конвеєрами 16 і 17 також подається в бункер 8, з якого за допомогою гвинтових конвеєрів 10 подається в гіпсоварочний котел безперервної дії 11.

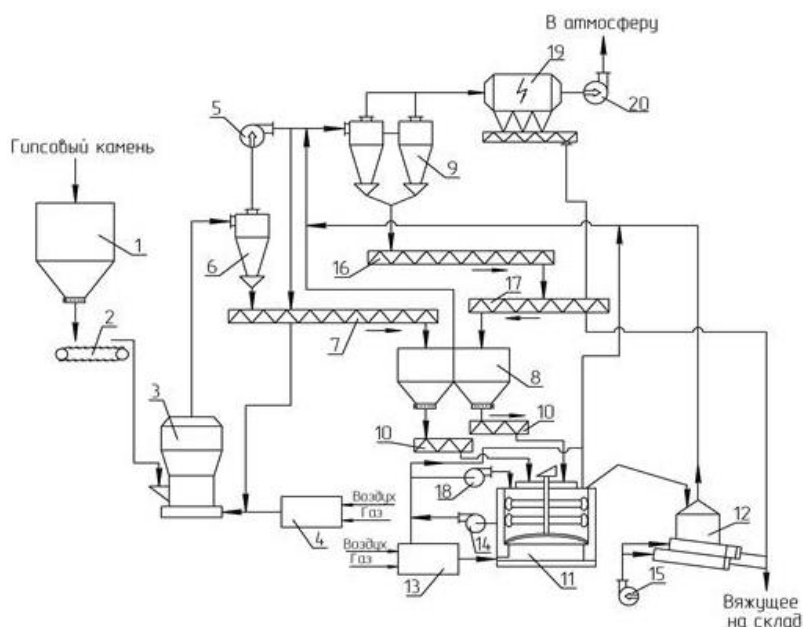


Рис 1.1 Технологічна схема виробництва будівельного гіпсу[1]

За рахунок безперервної подачі в котел нового гіпсового порошку в ньому протягом всього процесу теплової обробки підтримується стабільний парціальний тиск водяної пари, що дає змогу отримати готовий продукт більш однорідного речового складу.

Гіпсо-варочний котел підігрівається димовими газами, що утворилися від спалювання природного газу в виносній топці 13. З допомогою димососів 14 і 18 димові гази розведяться за рахунок вторинного повітря перед їх надходженням до гіпсоварочного котлу.

Отриманий продукт, що складається переважно з $b - CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$, маючи меншу щільність, ніж вихідний дигідрат сульфату кальцію, підіймається вгору і крізь патрубків неперервно видаляється з котла в холодильник (кондиціонер) 12. Охолодження отриманого гіпсу здійснюється за рахунок подачі по трубах вентилятором 15 повітря.

1.2 Обґрунтування застосування млина у технологічній схемі виробництва будівельного гіпсу

Маятникові млини - це машини з підвищеною швидкістю руху робочих органів. Ці машини використовують для подрібнення порід малої та середньої міцності (гіпсу, глини, крейди, графіту).[1]

Як правило, сушіння відбувається разом з процесом помелу. Для одночасного помелу і сушіння матеріалу використовують ролико-маятникові млини. В млин надходять розбавлені топкові гази з температурою (300.. 400) °С.

Частки малого розміру, потоком гарячих газів, виносяться з помольних агрегатів у пилоосаджувальні пристрої.

Також для даної схеми підходить потужність, яка забезпечується може маятниковим млином до 10 т/год.

Регулювання тонкості помелу гіпсу відбувається зміною швидкістю руху газів.

					ЛП51.063113.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАЯТНИКОВОГО МЛИНА

2.1 Технічні характеристики маятникового у Таблица 2.1

Таблица 2.1

Параметри:		Значення
1	Матеріал	М'якої та середньої міцності
2	Потужність двигуна N, кВт	7.07
3	Довжина пасу L, мм	4500
4	Частота обертання n, об/хв	750
5	Діаметр ролика d, м	0.4
6	Загальне передаточне число u	10
7	Крутний момент $M_{гk1}$, Н·м	50
8	Ступінь подрібнювання i	70
9	Середній діаметр матеріалу на вході $D_{сер}$, м	0.02
10	Тип електродвигуна	4A160S8 Y3

3 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИП ДІЇ МАЯТНИКОВОГО МЛИНА

Маятниковий млин відноситься до машин з підвищеною швидкістю руху робочих органів. Використовують для подрібнення порід малої та середньої міцності (гіпсу, крейди, глини, графіту). У цих млинах матеріал подрібнення відбувається між нерухомим кільцем помелу та роликами, які шарнірно прикріплені до хрестовини та перекочуються по кільцю, під час обертання хрестовини, яка встановлена на вертикальному валу, при цьому ролики під дією відцентрових сил притискаються до кільця з зусиллям, необхідним для подрібнення матеріалу. Маятникові млини виготовляються з діаметром помольного кільця 600-1800 мм та діаметром роликів 300-700 мм. Продуктивність – до 12 т/год.[2]

Маятниковий млин складається з закріпленої на вертикальному валу 13 хрестовини 12, на якій шарнірно підвішені два або чотири маятника 4.

Конструкція маятника – це корпус-стакан 3. Всередині корпуса на шарикопідшипниках встановлюється внутрішній стакан 2, у конічній нижній частині якого закріплено ролик 1 на шпонці.

Конструкція маятника дає змогу внутрішньому стакану переміщуватись у попеченому напрямку відносно корпуса маятника. Завдяки обертанню вертикального вала внаслідок впливу відцентрової сили інерції маятники розходяться, притискаючи ролики до нерухомо закріпленого розмельного кільця 23, подрібнюючи матеріал, який проходить впоперек корпусу вертикального вала та перешкоджає потраплянню подрібнюваного матеріалу в вузли підшипників 21.

Для подач матеріалу в млин застосовують роторний живильник-дозатор 14. Він складається з корпуса 10, шибера 8, ущільнюючих секторів 7, які шарнірно підвішені на корпусі 10 та мають пристрої фіксації, ротора-живильника 9, закріпленого на валу 11 з допомогою шпоночного пазу, а також індивідуального електродвигуна 18 із шківами 20.

На нерухомому розмельному кільці 23 встановлено колектор кільцевий 15, з'єднаний трубопроводами 16 з вентилятором. Верхня площина кільця 23

					<i>ЛП51.063113.01-90ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

закріплено рознімний корпус 5 зварної конструкції, верхня частина якого розміщено сепаратор 6.

Подрібнену фракцію матеріалу потоком повітря, який надходять через колектор кільцевий 15 у корпус млина, підхоплюється і виноситься у сепаратор 6. У сепараторі відібрані великі частини матеріалу випадають у млин, де й відбувається їх домелення, а дрібна фракція надходить до циклона, де осадає та потім відводиться. Частково, повітря через циклон, спрямовується назад до млина, а частково проходить крізь рукавний фільтр, очищується та потім виводиться у атмосферу. Маятниковий млин приводиться в рух електродвигуном 18 через редуктор 20 з допомогою пружних втулково-пальцевих муфт 19.

В ході проведення аналізу технічної літератури було виявлено переваги та недоліки маятникового млина.

До переваг млина відноситься:

- можливість захоплення роликами великої кількості матеріалу;
- широкий спектр перероблюваного матеріалу;
- зручність подачі матеріалу[1]
- простий принцип роботи;
- герметичність машини, що дозволяє знизити запиленість виробництва;[2]

До недоліків маятникових млинів слід віднести такі:

- швидкий знос роликів та кільця;[2]
- великі питомі витрати енергії на розкручування валу;
- маленька швидкість подачі матеріалу;
- недовговічність робочих органів через наявність ударів при потраплянні твердих частинок в процесі роботи [1]

4 ПАТЕНТНО – ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Завданням дипломного проекту є модернізація привідного пристрою [3] маятникового млина.

Маятникові млини широко застосовуються в галузі виробництва будівельних матеріалів та ефективно розмелюють м'які та середньої твердості породи (глина, каолін, вапно та ін.) роздавлюванням та частковим стиранням, але в роботі таких млинів є недоліки зокрема недовговічність робочих органів через наявність ударів при потраплянні твердих частинок в процесі роботи.

Для вирішення поставленого завдання було проведено патентно-літературний огляд конструкції маятникового млина та його модернізацій.

Пошук проводився на наступних пошукових ресурсах:

- <http://www1.fips.ru>
- <http://base.ukrpatent.org/>
- <http://www.freepatent.ru/>

– В результаті проведеного пошуку, для усунення недоліків конструкції було докладно розглянуто 6 патентів (Додаток А).

Розглянемо їх детальніше:

У патенті [5], запропоновано похилий маятниковий млин, в якому кронштейн центрального вала встановлюється в нижній частині основи рами, шліфувальні кільця встановлюються у внутрішні отвори у верхній частині основи, циліндр кришки встановлений на верхній кінцевій поверхні основи, подаючий отвір утворений в кришці циліндра, нижня частина основного шпинделя рами розташована на центральному кронштейні вала, верхня частина шпинделя основної коробки коаксіально з рукавом та скребком, фіксована роликова рамка, з'єднана з верхом скребка рама монтується на верхньому кінці шпинделя основної рами; в нижній частині скребкового кріплення встановлений скребок, шліфувальні роликові пристрої рівномірно розподіляються по окружності шпинделя основної рами, кожен шліфувальний роликовий пристрій містить раму

					<i>ЛП51.063113.01-90ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

шліфувального ролика і подрібнюючий ролик, рама шліфувального ролика розташована косою на фіксованому валиковому каркасі назовні та вниз, а шліфувальний валик зі ступенем свободи в косому напрямку підтримують відповідне в'язке кільце; зони накопичення визначаються верхньою кінцевою поверхнею основи та поверхнею верхньої кінцевої поверхні шліфувальних кілець через циліндр кришки, а спіральові направляючі лотки, які використовуються для рівномірно розподілу матеріалів у зони накопичення, розташовані на кришці циліндра. Відповідно до похилої мельниці похилого маятникового водоспаду, застосовується режим очищення водоспаду, режим з подвійним подаванням утворюється шляхом комбінування скребком, що подає матеріал для шліфування, знижується споживання порожнього шліфування, збільшується ймовірність шліфування завдяки похилому влаштуванню шліфувальних роликів, і ефективність обробки млина значно збільшується.

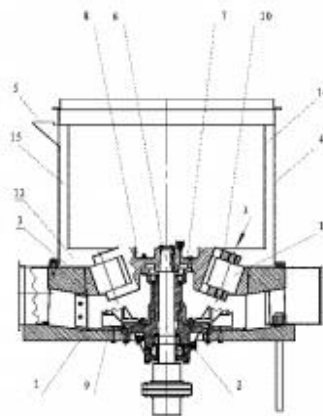


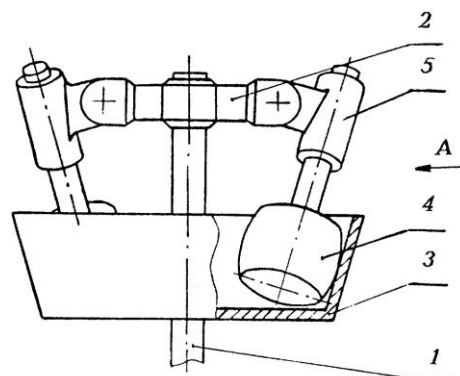
Рисунок 4.1 Похилий маятниковий млин

У цьому патенті [6] ми розглядаємо кільцевий валковий млин, в якому поставлена задача вирішується тим, що у відомий кільцево валковий млин, призначений для подрібнення матеріалів мінерального клінкеру або тому подібного матеріалу і включає щонайменше одне розмелююче кільце і щонайменше один валок, а також один вихідний отвір, щонайменше один отвір для відводу повітря, виконане в межах зовнішнього кола розмелюючого кільця, і

щонайменше два отвори для підведення повітря відповідно до винаходу, один отвір для введення повітря розміщено з кожного боку отвору для відводу повітря в напрямку обертання розмелюючого кільця.

У патенті ми розглядаємо роликово – маятниковий млин, що містить привідний від двигуна вал з укріпленою на ньому хрестовиною, робочий орган у вигляді розмельного кільця і роликів на маятниковому підвісі, шарнірно з'єднаний з хрестовиною, що відрізняється тим, що маятниковий підвіс утворює з площиною обертання хрестовини гострий кут, що забезпечує перекочування бочкоподібних роликів з ковзанням по розмеленого кільцю з внутрішньої конічної поверхнею.

дрі



Фиг. 1

Рисунок 4.2 Схема робочої частини ролико – маятникового млина

У патенті [7] розглянено пружну муфту(Сабліна) .

Зазначена муфта найбільш близька до вирішення завдання по технічній сутності і досягає результату. Недоліком даної муфти є низька надійність, обумовлена лінійним характером пружної характеристики. Пружні елементи виконано у вигляді пружин стиснення, кінець з одного краю яких пов'язаний з віссю, а інший закріплено на середній частині пальців. Пружини стиснення можуть бути тарільчатими.

Пружна муфта, яка містить дві фланцеві півмуфти із розташованими по колу отворами, пальці, які входять в отвори півмуфт і зафіксована в осьовому напрямку від зсуву, а також пружні елементи між напівмуфтами, які відрізняються тим, що, з метою збільшення надійності шляхом забезпечення

пружної нелінійної характеристики, оснащена віссю встановленою між напівмуфтами з можливістю повороту, пружні елементи встановлено на ній з можливістю взаємодії з середньою частиною пальців, отвори фланців виконано конусами і спрямовані назустріч один до одного. 2. Муфта по п. 1, що відрізняється тим, що пружні елементи виконані у вигляді пружин стиснення, один кінець яких пов'язаний з віссю, а інший закріплений на середній частині пальців. 3. Муфта по п. 1, що відрізняється тим, що вона забезпечена двома кільцями, змонтованими на осі по обидва боки від пружних елементів, а останні виконані у вигляді єдиного тороїдального пружного кільця, при цьому площа його контакту зі згаданими вище кільцями більше площі контакту їх з напівмуфтами.

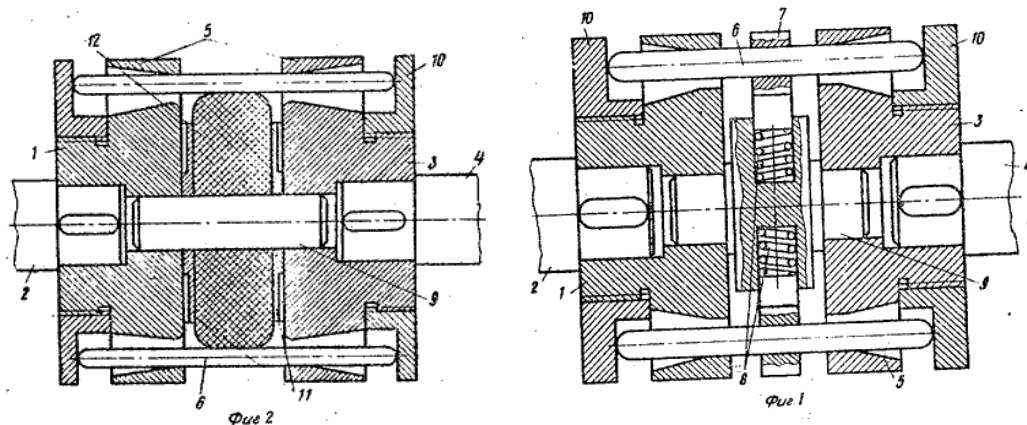


Рисунок 4.3 Пружна муфта Сабліна

У патенті розглянено маятниковий-відцентровий млин.[8]

Зазначений млин відрізняється простою конструкцією і малою вагою. Головними недоліками є високі енерговитрати на подрібнення, невелика продуктивність і сильне підвищення температури мелючих роликів при роботі.

Застосування пропонованого рішення дозволяє отримати маятниково-відцентровий млин, котрий при малих енерговитратах і високій надійності в експлуатації дозволяє забезпечувати тонкий помел різноманітних матеріалів в будівельній та хімічній промисловості. Винахід відноситься до маятникових відцентрових млинів тонкого подрібнення. Запропонований млин може бути

використаний в будівельної та хімічної промисловості для подрібнення різних матеріалів, наприклад вапняку, піску, цементного клінкеру, лігніну і т.д.

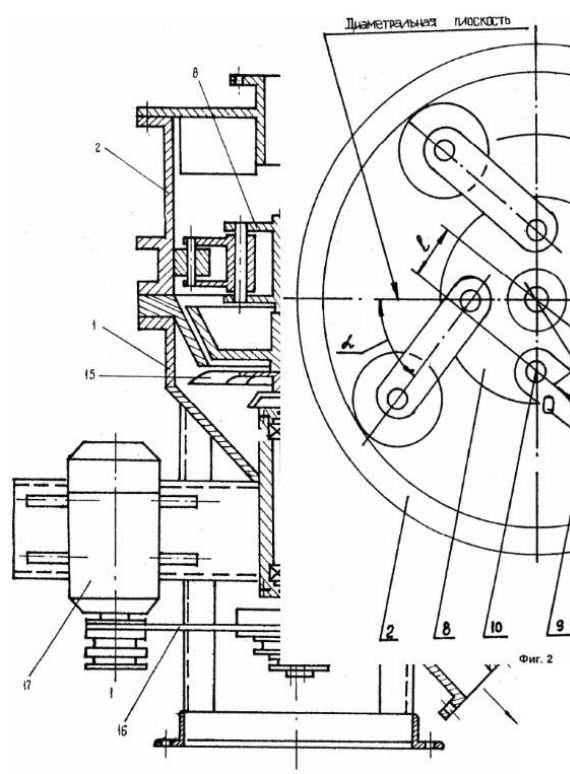


Рисунок 4.4 Положення роликів і маятників в середині ротора

У патенті ми розглядаємо фрикційну запобіжну муфту [9].

Недоліками даної муфти є необхідність фіксації натискного диска в осьовому напрямку для усунення повного виходу кульок з торця лунок, а також забезпечення паралельності фрикційних поверхонь тертя, недотримання чого веде до неповного контакту поверхонь тертя.

Фрикційна запобіжна муфта, що містить провідну полумуфту, пов'язану пружними елементами з корпусом, сполученим з відомою полумуфтою фрикційними дисками, натискний диск і механізм його переміщення у вигляді пружин та регулюючих елементів, а також віджимний вузол, що відрізняється тим, що, з метою забезпечення стабільності і точності спрацьовування, віджимний вузол виконаний у вигляді змонтованого на провідній напівмуфті штока, закріпленого на нажимному диску направляючої і встановленого на ній з метою переміщення в радіальному напрямку упору, а регулюючі елементи виконані у

вигляді змонтованих на корпусі з можливістю переміщення опори, шарнірно закріпленого на корпусі, зпераючись одним плечем на опорі, а другим на направляючу, при цьому робочі поверхні штока, упора і опори виконані нахиленими

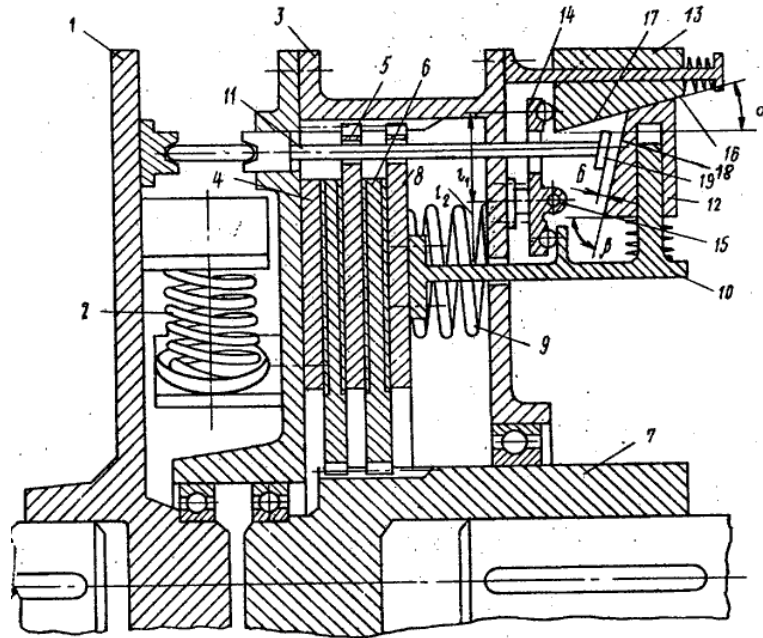
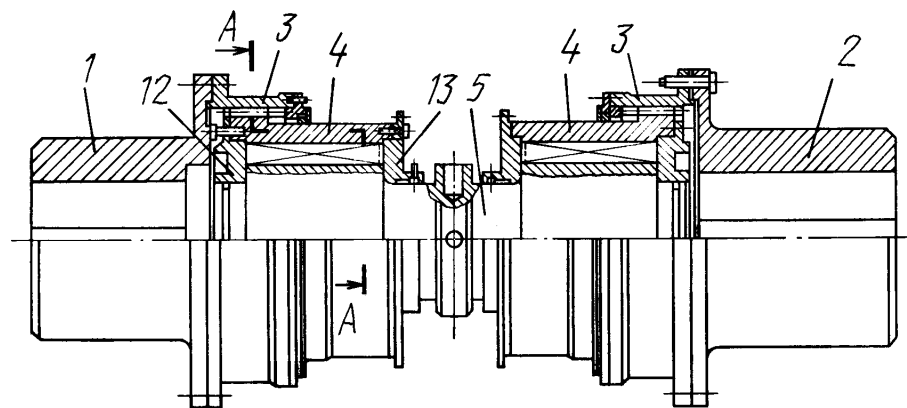


Рисунок 4.5 Муфта фрикційна(продольний розріз)

У патенті [10] розглянуто зубчасту пружну муфту.

Дана муфта є найбільш вдалою для вирішення поставленого завдання.

Зубчаста пружна муфта з проміжним валом, що включає напівмуфти, зубчасті втулки з додатковими зубами, що входять в зачеплення за допомогою пружних елементів з додатковими зубами, виконаними на кінцях проміжного вала, що відрізняється тим, що муфта забезпечена зубчастими обоймами, що входять в зачеплення з зубчастими втулками, проміжний вал забезпечений кришками для запобігання від випадання згаданих пружних елементів і центрування зубчастих втулок, одна з кришок виконана з двох однакових частин, при цьому згадані кришками встановлені на проміжному валу таким чином, що є можливість повороту проміжного вала щодо кришок.



Фиг.1

Рисунок 4.6 Пружна зубчаста муфта

Розглянувши приведені в Додатку А патенти, було обрано нижче приведений, як такий, що містить найбільш раціональні технічні рішення:

- RU 2191300 2013р МПК F16D 3/18

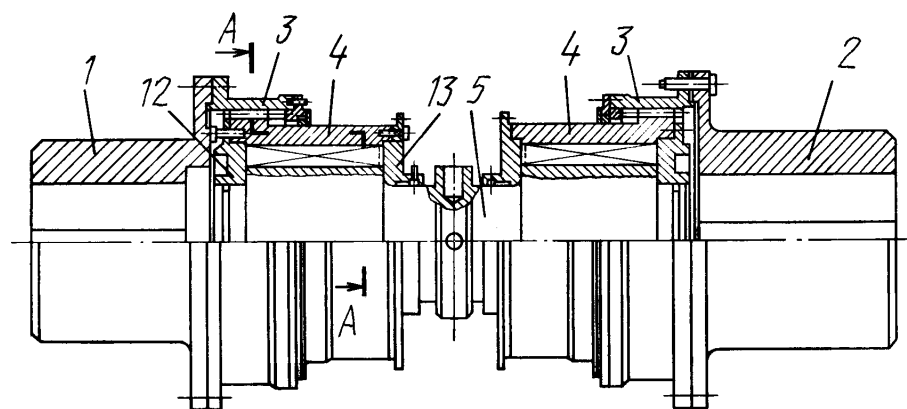
Автори: Злобин В.С., Клопов В. И., Угловский С.И., Бубнов О.В., Карапетян А. В.

Винахід відноситься до машинобудування і призначений переважно для приводів барабаних млинів. Зубчаста пружна муфта включає провідну і відому напівмуфти, проміжний вал з додатковими зубами і зубчасті втулки з додатковими зубами, що входять в зачеплення за допомогою пружних елементів з додатковими зубами, виконаними на кінцях проміжного вала. Новим є те, що муфта забезпечена зубчастими обоймами, що входять в зачеплення з зубчастими втулками. Проміжний вал забезпечений кришками для запобігання від випадання згаданих пружних елементів і центрування зубчастих втулок. Кришки виконані з двох однакових частин і встановлені на проміжному валу таким чином, що є можливість повороту проміжного вала щодо кришок. Технічним результатом є підвищення пружною здатності муфти. 2 мал.

Сутність корисної моделі пояснюється кресленнями, де:

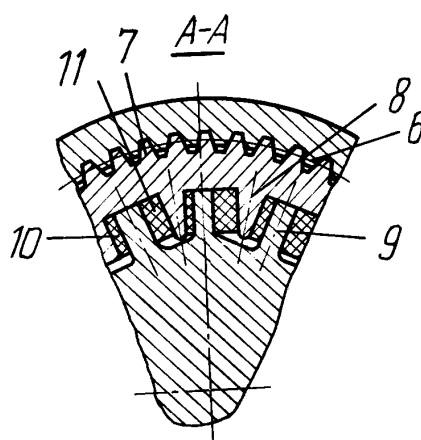
- на рис 4.7 схематично зображено пружну зубчасту муфту
- на рис 4.8 схематично зображено поперечний переріз зубчастої муфти

Зубчаста пружна муфта з проміжним валом включає провідну полумуфту 1, провідну полумуфту 2, закріплені на них зубчасті обойми 3, що входять в зачеплення з двома зубчастими втулками 4, встановленими на кінцях проміжного вала 5. Зубчасті обойми 3 зчеплені з зубчастими втулками 4 за допомогою евольвентних зубів 6 і 7, а зубчасті втулки 4 та проміжний вал 5 - за допомогою додаткових зубів 8, виконаних на внутрішніх поверхнях зубчастих втулок 4, і додаткових зубів 9, виконаних на кінцях проміжного вала 5. Додаткові зуби 8 і 9 виконані радіальними. У зазори між додатковими зубами 8 і 9 встановлені пружні елементи 10 і 11, наприклад, у вигляді гумових пластин. Для запобігання від випадання пружних елементів 10 і 11 із зазорів між додатковими зубами 8 і 9, а також для центрування зубчастих втулок 4 на проміжному валу 5 передбачені кришки 12 і 13. Кришка 13 виконана з двох однакових частин.



Фиг. 1

Рисунок 4.9 Схема пружної зубчастої муфти



Фиг. 2

Рисунок 4.10 Схема поперечного перерізу зубчастої муфти

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.063113.01-90ПЗ

Арк.

17

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці включає в себе наступні питання: безпека праці, усунення причин травматизму і попередження захворювань, аварійних ситуацій на виробництві.

Згідно з темою дипломного проекту «Млин маятниковий з модернізацією привідного пристрою» при роботі лінії з виробництва силікатної цегли розробляються заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Під час роботи машини оператор знаходиться у приміщенні, яке встановлено у виробничому цеху, площа та об'єм якого $S = 60 \text{ м}^2$, $V = 360 \text{ м}^3$, було виявлено, що шкідливими та небезпечними факторами є:

- повітря робочої зони;
- пожежна безпека;
- безпека дії рухомих частин;
- виробничий шум;

Проведемо аналіз вище перерахованих шкідливих та небезпечних факторів[9].

5.1 Повітря робочої зони

Важливою проблемою сучасного виробництва є захист навколишнього середовища від викидів пилу в атмосферу. Висока концентрація пилу в викидах завдає невідповідної шкоди природному середовищу, призводить до витрати великої кількості речовини готового продукту, яка не відновлюється. Виробничий пил - це найдрібніші тверді частинки, що виділяються при дробленні і механічній обробці різних матеріалів, навантаження і вивантаження сипучих вантажів і т.д., а також утворюються при конденсації деяких парів.

Категорія роботи для оператора маятникового млина є легка 1

					<i>ЛП51.063113.01-90ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно категорії оптимальні параметри метрологічних умов в робочій зоні маятникового млина складають:

В холодний період року:

-температура повітря – (22...24) С,

-

відносна вологість – 60-40%,

-

швидкість руху повітря – 0,1 м/с.

В теплий період року:

-температура повітря – (23...25) С,

-

відносна вологість – 60-40%,

-

швидкість руху повітря – 0,1 м/с.

Метеорологічні параметри забезпечуються проточно-витяжною вентиляцією в теплий період року та центральним опаленням – у холодний період року і відповідають ДСН 3.3.6.042-99.

Приміщення, де встановлений млин має забезпечуватися пиловловлюючими апаратами, що дозволяють не тільки повернути значну кількість готового продукту або напівфабрикату, але і запобігти забрудненню пилом повітряного басейну цементних заводів і прилеглих до них територій. Перед викидом в атмосферу аспіраційного повітря від помольних агрегатів ці апарати очищають його, прагнучи зниження вмісту в них пилу до встановлених законом санітарних норм.

Блокування помольних агрегатів повинна забезпечувати наступний порядок пуску обладнання: пилоуловлювальні і аспіраційні системи - розвантажувальні пристрої - млини - загрузочні пристрої. При раптовій зупинці млина блокування повинно автоматично відключити завантажувальні пристрої, а при зупинці розвантажувальних пристроїв - млини і завантажувальних пристроїв.

					ЛП51.063113.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Санітарні норми запиленості в цеху помелу забезпечуються розвиненою системою аспірації живильників, місць завантаження і перевантаження транспортування і помельного обладнання, надійними ущільнювачами з'єднань матеріалопроводів і газоходів. Збирання пилу з висотних майданчиків виробляють через спеціальні спускні труби, з'єднані з герметичними бункерами [9].

5.2 Виробничий шум

Основними джерелами шуму є електродвигуни, редуктори, ланцюгові передачі. Джерела шуму: $L=80$ дБА

Рівень шуму на робочому місці належить до допустимих меж, оскільки рівень шуму створюваний вентиляторами і електроустаткуванням складає 75 дБ.

Зменшення рівня шуму в лінії по виробництву силікатної цегли:

- балансування елементів, що обертаються, $ДР=6$ дБА;
- матеріали прокладок і пружні вставки в з'єднання, виключаючи при цьому передачу коливань від однієї деталі до іншої, $АР=5$ дБА;
- своєчасне усунення несправності, $ДР=3$ дБА;

Фактична величина загального шуму на постійних робочих місцях при працюючій лінії 65 дБА по ДСНЗ.3.6.037-99.

5.3 Небезпека дії рухомих частин, що обертаються.

Рухомими частинами лінії є: муфти, ротори електродвигун, валки, сита сепаратора, механізми протягування.

Всі рухомі частини мають підвищену небезпеку при експлуатації, оскільки можливі механічні травми у обслуговуючого персоналу. При запобіганні нещасних випадків, рухомі частини, ті, обертаються, закриті суцільною або сітчастою огорожею. Розміри сторін осередків сітчастої огорожі не більше 10 мм.

					<i>ЛП51.063113.01-90ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Експлуатувати лінію із знятими огорожами, несправними або відключеними блокуваннями строго забороняється. Також забороняється проводити ремонт і наладку вузлів лінії під час її роботи[9].

5.4 Пожежна небезпека

У виробництві може горіти: електроізоляція, дерев'яні матеріали, горючі речовини. Категорія пожежної небезпеки цеху - В (згідно ОНТП 24-86), клас зони пожежонебезпеки П-Па, ступінь вогнестійкості II (згідно СНиП 2.01.02-85)

Серед причин, які викликають спалах, найбільш частими є:

- несправність електроустаткування;
- струми короткого замикання і перевантаження кабелів живлення;
- спалах ізоляції електропроводів;
- використання вогню в недозволеному місці;
- іскри при електро- і газозварювальних роботах.

Запобігання можливості спалаху забезпечується наступними заходами:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації:
- куріння тільки у відведених місцях;
- своєчасне проведення інструктажу по техніці безпеки серед обслуговуючого персоналу;
 - організація агітації по протипожежному захисті;
 - наявність засобів організації, зокрема, системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) і засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
 - наявність засобів пожежогасінні безпосередньої близькості від установки (пісок, вогнегасник);
 - будівля встановлена на відстані не менше 10 метрів від сусіднього будинку і 20 метрів від складів;
 - заземлені металеві елементи, оскільки при появі блискавки можливе іскріння;
 - на будівлі встановлені громовідводи сітчастого вигляду.

					ЛП51.063113.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Для гасіння невеликих ділянок спалаху при відключеному електроустаткуванні застосовують вуглекислі вогнегасники ОУ-5 (2 шт.). Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники ОП-10 (1 шт.). Вуглекислі вогнегасники застосовують також для гасіння складів з ЛВЖ, акумуляторних станцій і т.д. Проте двоокис вуглецю не можна застосовувати для гасіння речовин до складу молекул, яких входить кисень, лужних і лужноземельних металів, а також тліючих матеріалів.

Ширина отвору дверей евакуихода - 2 метри. Кількість виходів - не меншого двох. Двері відкриваються назовні (СНиП 2.09.02-85)[9].

					ЛП51.063113.01-90ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО – ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Одним із шляхів зменшення витрат на експлуатацію машин є підвищення надійності найбільш важливих та коштовних вузлів та агрегатів устаткування.. Як було розглянуто вище недоліків маятникового млина є недовговічність головних робочих органів. Це призводить до витрат на ремонт, заміну пошкоджених деталей та додаткових витрат у зв'язку з простоем під час поломки машини.

Оскільки одним з найдорожчих вузлів млина є електродвигун, то підвищення ресурсу його роботи сприяє зменшенню затрат на обслуговування в майбутньому.

Для запобігання ударів та зупинки електродвигуна, що може призвести до його поломок, на вихідному валу встановлюють муфту, яка зменшує негативні прояви ударів під час роботи та в разі різкої зупинки (наприклад при потраплянні великих шматків породи до камери помелу), муфта запобігає пошкодженням двигуна.

Собівартість муфти набагато менше ніж собівартість двигуна, оскільки вона виконана з матеріалів, які набагато дешевше. Також встановлення нової муфти більш швидке та потребує менших затрат як в економічному плані, так і в плані часу.

					<i>ЛП51.063113.01-90ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

У результаті виконання дипломного проекту на тему: «Маятниковий млин з модернізацією привідного пристрою» отримано наступні результати розробки і проектування:

1. Вивчено принцип роботи і конструкцію маятникового млина.
2. Проаналізовано технічні параметри і характеристики маятникових млинів;
3. Визначено їх технічні переваги та недоліки.
4. Проведено патентно-літературний огляд, з метою знаходження модернізацію привідного пристрою.
5. Виконано розділ «Охорона праці». При роботі технологічної лінії розроблено заходи для забезпечення необхідних умов праці.
6. Розроблено і спроектовано маятниковий млин з модернізацією привідного пристрою.
7. Визначено механіко-економічні показники від модернізації: модернізація привідного пристрою.

					<i>ЛП51.063113.01-90ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Сапожников М.Я. : „Механическое оборудование гтредприятий строительных материалов, изделий и конструкций". Учеб. для строительных вузов и факультетов ; М.; Высш. шк. 1971
- 2 Ю.С. Саленко. Обладнання для подрібнення матеріалів: дробарки та млини
- 3 Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А., Справочник по муфтам. – Л. : Машиностроение, 1974, с. 327.
- 4 Розрахунки основних процесів машин та апаратів хімічних виробництв: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. – К.: Норіта - плюс, 2007 – 216 с.
- 5 Заявка на винахід PENDULUM WATERFALL BLANKING MILL CN203663922U кл. CN 201420003777 Авторы: 肖先成 (xiào xiān chéng).
- 6 Заявка на винахід Ролико-маятниковая мельница N 361811 кл. B02C15/02 Авторы: Шестаков К.В., Фарков Г.С., Гузь М.А.
- 7 Заявка на винахід Упругая муфта саблина В.П. 740992 Кл. F16D3/56 Авторы: В.П. Саблін.
- 8 Заявка на винахід Маятниково-відцентровий млин UA 15081 Кл. B02C 15/00 Авторы: Мінка Сергій Вікторович, Розенберг Едуард Георгійович.
- 9 Заявка на винахід Фрикционная предохранительная муфта SU 838163 Кл. F16D 43/20 Авторы: Чаплинский, Гончар, Константинов, Хрисанов, Ивкин.
- 10 Патент зубчатая упругая муфта с промежуточным валом RU 2191300 Кл. F16D 3/18 Авторы: Злобин В.С., Клопов В. И., Угловский С.И., Бубнов О.В., Карапетян А. В.
- 11 Кольман-Иванов Э.Э., Гусев Ю.И., Карасев И.Н. и др. Конструирование и расчет машин химических производств.

12 Ткачук К.Н. Основи охорони праці: підр. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Мітюк – К.: Основа, 2006. – 448 с.

					ЛП51.063113.01-90ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Таблиця 6.1 Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	Країна видачі, вид і номер документа	Сутність заявленого технологічного рішення і ціль його створення
1	Pendulum waterfall blanking mill	Авторське свідоцтво CN203663922U кл. CN 201420003777 Автори: 肖先成 (xiào xiān chéng)	Даний винахід відноситься до устаткування для обробки порошку, зокрема, до водоспаду з гвинтовим валом. У корисній моделі розкривається схильний маятниковий млин. Кронштейн центрального вала встановлюється в нижній частині основи основної рами, шліфувальні кільця встановлюються у внутрішні отвори у верхній частині основи.
2	Кільцевий валковий млин	Авторське свідоцтво SU 1034741 A кл. B02C4/02 Автори: Фольсберг Ян	Виріб відноситься до кільцевого валкового млина, призначення для змільчення матеріалів мінерального клінкера та тому подібного та включаюче одне або більше розмільюче кільце та мінімум один валок, а також отвір для відвода повітря, призначення для проходження повітря. Такі млини можуть використовуватись для виробництва цементу на тій стадії, коли цемент, шлаки або

			тому побідне, піддаються завершаючому помолу.
3	Упругая муфта саблина в.п	Авторське свідоцтво 740992 Кл.F16D3/56 Автори: В.П. Саблін	Винахід відноситься, до машинобудування. Відома пружна муфта, з нелінійної характеристикою, що містить дві фланцеві полумуфти, взаємодіючі через пружні елементи.
4	маятниковий-відцентровий млин	Авторське свідоцтво: UA 15081 Кл. B02C 15/00 Автори: Мінка Сергій Вікторович, Розенберг Едуард Георгійович	Маятниково-центробіжний млин, що містить корпус з першочерговою камерою дроблення, пологий усічений корпус, відкритий зі сторони камери першочергового дроблення та образуючий з корпусом камеру другого чергового дроблення, з паралельними робочими поверхнями та загрузочною щілиною
5	Фрикционная предохранительная муфта	Авторське свідоцтво SU 838163 Кл. F16D 43/20 Автори: Чаплинский, Гончар, Константинов, Хрисанов, Ивкин	Відома запобіжна фрикційна муфта, що містить дві полумуфти, зі змонтованими на них фрикційними дисками, піджаті через нажимний диск за допомогою пружини. Між фланцем відомої полумуфти і нажимним диском в їх торцевих лунках розміщені віджимні елементи у вигляді шариків

6	Зубчатая упругая муфта с промежуточным валом	Авторське свідоцтво RU 2191300 F16D 3/18 Злобин В.С., Клопов В. И., Угловский С.И., Бубнов О.В., Карапетян А. В.	Зубчаста пружна муфта з проміжним валом, що включає напівмуфти, зубчасті втулки з додатковими зубами, що входять в зачеплення за допомогою пружних елементів з додатковими зубами, виконаними на кінцях проміжного вала, що відрізняється тим, що муфта забезпечена зубчастими обоймами, що входять в зачеплення з зубчастими втулками, проміжний вал забезпечений кришками для запобігання від випадання згаданих пружних елементів і центрування зубчастих втулок, одна з кришок виконана з двох однакових частин, при цьому згадані до кришок встановлені на проміжному валу таким чином, що є можливість повороту проміжного вала щодо кришок.
---	--	---	--

ЗМІСТ ДО РОЗДІЛУ «РОЗРАХУНКИ»

1 ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ	2
1.1 Вихідні дані.....	2
1.2 Розрахунок	2
2 ПРОГРАМА ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ НА ПЕОМ.....	4
3 КІНЕМАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ	5
3.1 Вибір електродвигуна.....	5
3.2 Розрахунок клинопасової передачі.	6
3.3 Результати кінематичних розрахунків.....	8
3.4 Кінематична схема із зазначеними частотами обертання ланок механізму і передаточними числами між ними.....	9
4 РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ МОДЕРНІЗОВАНОЇ МУФТИ	10
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ РОЗРАХУНКИ.....	14
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	15

					<i>ЛП51.063113.02-90PP</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Яровий Р.В.			Маятниковий млин з модернізацією привідного пристрою	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Борщик С.О.					1	18
Реценз.						<i>НТУУ «КПІ» ІХФ</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		Гондляр В.О.						

1 ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ

1.1 Вихідні дані

Середній діаметр матеріалу на вході: $D_{сер} = 0.02$ м

Об'ємна маса матеріалу: $\rho = 1.8$ т/м³

Ступінь подрібнювання: $i = 70$

Коефіцієнт тертя матеріалу по ролику: $f = 0.35$

Границя міцності матеріалу за стирання: $\sigma = 0.19$ МН/м²

Діаметр ролика: $d = 0.4$ м

1.2 Розрахунок

1. Кут захвату:

$$\sigma \leq 2 \times \text{atan}(f) \times \frac{180}{\pi} = 38.58^\circ \quad (1.1)$$

Приймаємо $\alpha = 20^\circ$

2. Діаметр кільця:

$$D = \frac{D_{сер} \times (d + D_{сер})}{D_{сер} - d \times \tan\left(\frac{\alpha}{2} \text{ deg}\right)^2} = 1.1 \text{ м} \quad (1.2)$$

3. Центральний кут:

$$\beta = \arccos \left[\frac{d(D - d) - D_{сер} \times (D + d)}{(D - d)(d + D_{сер})} \right] = 0.55 \text{ рад} \quad (1.3)$$

3. Сила стиснення матеріалу:

$$P = d^2 \times \beta \times \frac{\sigma}{4} = 4.2 \times 10^{-3} \text{ МН} \quad (1.4)$$

4. Ширина ролика:

					ЛП51.063113.02-90РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

$$B = \frac{d}{2} = 0.2 \text{ м} \quad (1.5)$$

5. Сила тяжіння ролика:

$$G = \frac{\pi \times d^2}{4} \times B \times 7800 \times 9.8 = 1921 \text{ Н} \quad (1.6)$$

6. Частота обертання вертикального валу:

$$n \geq \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{2 \times P \times 10^6}{G \times (D - d)}} = 1.24 \text{ об/с} \quad (1.7)$$

Приймаємо: $n = 1.25 \text{ об/с}$

8. Кінцевий розмір продукту:6

$$d_{сер} = \frac{D_{сер}}{i} = 0.0003 \text{ м} \quad (1.8)$$

9. Коефіцієнт розпушування (залежно від $d_{сер}$) приймаємо: $\mu = 0.4$

10. Кількість роликів приймаємо: $z = 2$

11. Продуктивність млина:

$$PROD = 1800 \times \pi \times D \times d \times n \times d_{сер} \times \mu \times p \times z = 1.29 \text{ т/год} \quad (1.9)$$

12. Потужність двигуна:

$$N = \frac{\pi D \times n \times P \times 10^6 \times z \times (1 + f)}{10^4 \times 0.7} = 7.07 \text{ кВт} \quad (1.10)$$

2 ПРОГРАМА ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧНИХ РОЗРАХУНКІВ НА ПЕОМ

Для спрощення розрахунку параметричних даних маятникового млина їх було розраховано за допомогою програмного середовища Fortran.[2]

З метою полегшення виконання розрахунків на Fortran було складено блок–схему алгоритму розрахунку та складено таблицю ідентифікаторів.

Текст з програми для виконання параметричних розрахунків маятникового млина наведені нижче з використанням оператора DATA

Program ig

REAL D,DSER,DE,TAN,P,BETA,SIG,G,PI,B,RO,GE

DATA DSER/0.02/,DE/0.4/,TAN/0.03/,BETA/0.65/,SIG/0.11/,PI/3.14/,&
B/0.2/,RO/7850./,GE/9.8/

$D = (DSER * (DE + DSER)) / (DSER - (DE * TAN))$

$P = ((DE * DE) * BETA * SIG) / 4$

$G = ((PI * DE * DE) / 4) * B * RO * GE$

WRITE(*,*)'D=',D,'m','P=',P,'MH','G=',G,'H'

STOP

END

Результати розрахунків:

D=1.050000m P= 2.860000E-03MH G= 1932.482000H

Stop - Program terminated.

3 КІНЕМАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ

Кінематичні розрахунки [1] виконуємо для знаходження визначення моментів, потужностей та частот обертання всіх ланок механізму привода та передаточних чисел між ними.

3.1 Вибір електродвигуна.

Розрахункова потужність двигуна

$$N = 7.07 \text{ кВт}$$

Приймаємо двигун 4A160S8 У3 потужністю

$$N_1 = 7.5 \text{ кВт}$$

з числом обертів

$$n_1 = 750 \text{ об/хв}$$

Частота обертання вертикального вала, яка повинна досягатися на виході:

$$n_2 = 1.25 \text{ об/с}$$

$$n_2 = 75 \text{ об/хв}$$

Загальне передаточне число млина:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = 10 \quad (3.1)$$

Крутний момент на валу двигуна:

$$Mr_{kl} = 9550 \times \frac{N_1}{n_1} = 95.5 \text{ Нм} \quad (3.2)$$

Приймаємо: $Mr_{kl} = 95 \text{ Нм}$

					ЛП51.063113.02-90PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

3.2 Розрахунок клинопасової передачі.

Прийmemo попереднє значення передаточного числа передачі

$$u_{kl} = 10$$

Приймаємо пас нормального перерізу типу «А» за ГОСТ 1284.2-89 «Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Технические условия».

Діаметр ведучого шківa приймаємо

$$d_{r1} = 110 \text{ мм}$$

Колова швидкість:

$$v_r = \frac{3.14 \times d_{r1} \times n_1}{60 \times 1000} = 4.318 \text{ м/с} \quad (3.3)$$

Діаметр веденого шківa:

$$d_{r2} = d_{r1} \times u_{kl} \times (1 - 0.02) = 1078 \text{ мм} \quad (3.4)$$

де $\epsilon = 0.02$ – коефіцієнт проковзування паса

Округляємо отримане значення до найближчого стандартного діаметру згідно з ГОСТ 20889-88 «Шкивы для приводных клиновых ремней нормальных сечений. Общие технические условия» і приймаємо

$$d_{r2} = 1100 \text{ мм}$$

Фактичне передаточне число:

$$u_{kl} = \frac{d_{r2}}{d_{r1} \times (1 - 0.02)} = 10.2 \quad (3.5)$$

Частота обертання веденого шківa:

$$n_2 = 1.23 \text{ об/с}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{kl}} = 73.5 \text{ об/хв} \quad (3.6)$$

Потужність на веденому валу:

$$N_2 = N_1 \times 0.95 = 7.125 \text{ кВт} \quad (3.7)$$

де $\eta = 0.95$ - ККД клинопасової передачі

					ЛП51.063113.02-90РР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Крутний момент на валу веденому:

$$M_{r_{k2}} = 9550 \times \frac{N_2}{n_2} = 925.765 \text{ Нм} \quad (3.8)$$

Приймаємо

$$M_{r_{k2}} = 930 \text{ Нм}$$

Орієнтована відстань між осями:

$$a = 0.95 \times d_{r2} = 1045 \text{ мм} \quad (3.9)$$

Розрахункова довжина паса:

$$L = 2 \times a + \frac{3.14}{2} \times (d_{r1} + d_{r2}) + \frac{(d_{r1} + d_{r2})^2}{4 \times a} = 4339.963 \text{ мм} \quad (3.10)$$

$$L = 2 \times a + \frac{3.14}{2} \times (d_{r1} + d_{r2}) + \frac{(d_{r1} + d_{r2})^2}{4 \times a} = 4339.963 \text{ мм}$$

Отримане значення округляємо до найближчого стандартного за ГОСТ 1284.1-89 «Ремми приводные клиновые нормальных сечений. Основные размеры и методы контроля» і приймаємо

$$L = 4500 \text{ мм}$$

Дійсна відстань між осями:

$$a = \frac{2 \times L - 3.14 \times (d_{r1} + d_{r2}) + \sqrt{[2 \times L - 3.14 \times (d_{r1} + d_{r2})]^2 - 8 \times (d_{r1} + d_{r2})^2}}{8} = 1140 \text{ мм} \quad (3.11)$$

Кут обхвату на ведучому шківі:

$$\alpha_{L_{F1}} = 180 - 57.3 \times \frac{d_{r2} - d_{r1}}{a} = 130 \quad (3.12)$$

Необхідна кількість пасів:

$$z = \frac{N_1}{1.2 \times 0.93 \times 0.96 \times 1 \times 0.95} = 7.369 \quad (3.13)$$

Де $N_0 = 1.2 \text{ кВт}$ – номінальна потужність, яка передається одним пасом вибраного перерізу;

C_p - коефіцієнт динамічності та режиму роботи передачі, $C_p = 0.93$;

C_a - коефіцієнт кута обхвату, $C_a = 0.96$;

C_L - коефіцієнт, що залежить від довжини паса, приймаємо $C_L = 1$;

					ЛП51.063113.02-90PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

C_s - коефіцієнт, що враховує кількість пасів у комплекті клинопасової передачі, приймаємо $C_s = 0.95$.

Остаточно, приймаємо:

$$z = 7$$

3.3 Результати кінематичних розрахунків

Чисельні результати кінематичних розрахунків зведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

	Потужність N , кВт	Частота обертання n , об/хв	Частота обертання n , об/с	Крутний момент $M_{кр}$, Н×м
1	7.5	750	12.5	95
2	7.125	73.5	1.23	930

3.4 Кінематична схема із зазначеними частотами обертання ланок механізму і передаточними числами між ними

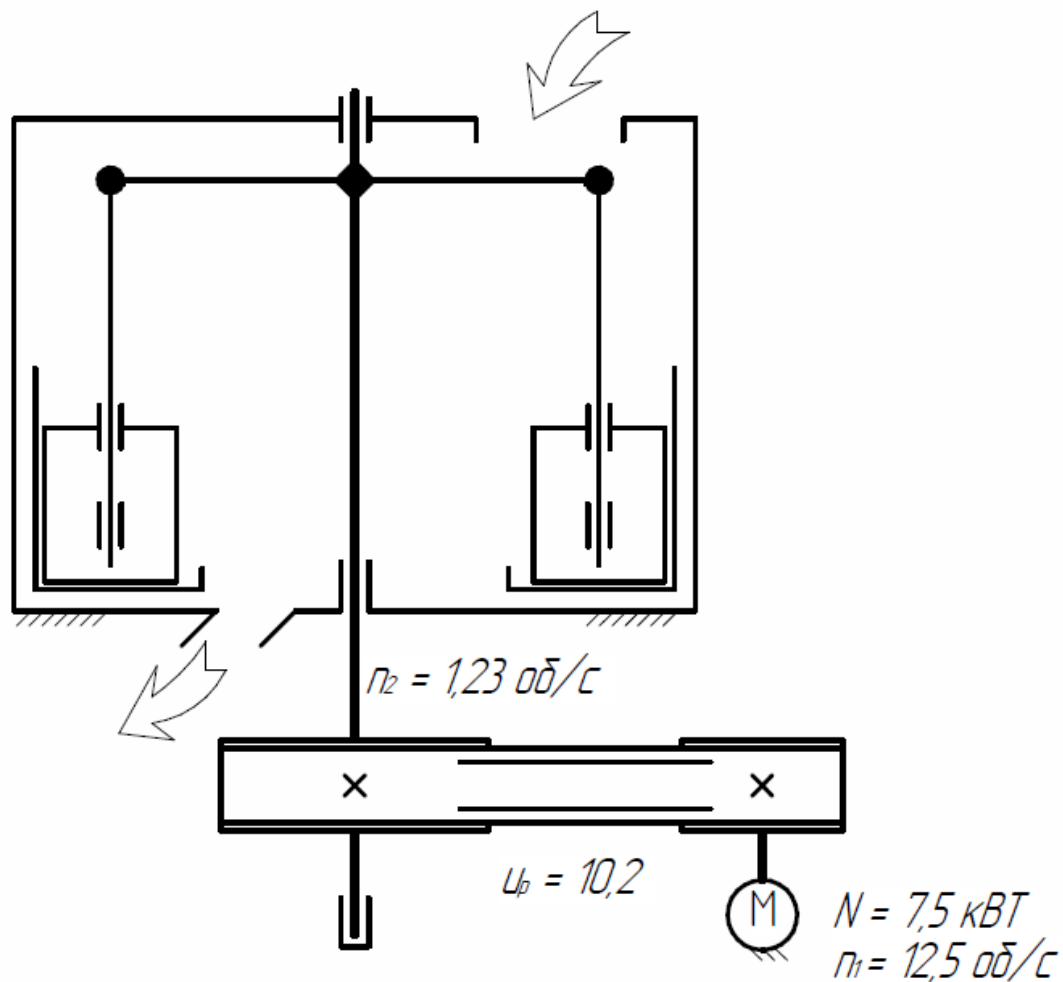


Рисунок 3.1 Кінематична схема маятникового млина

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.063113.02-90РР

Арк.

9

4 РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ МОДЕРНІЗОВАНОЇ МУФТИ

Дослідимо напружено-деформований стан модернізованої муфти в аварійних умовах роботи при яких з одного боку вал нерухомий і жорстко затиснутий зверху, а з іншого боку вал від електродвигуна продовжує обертатись.

Вихідні дані до розрахунку:

1. Модуль пружності сталі 45 $E=2 \times 10^5 \text{ МПа}$;
2. Коефіцієнт Пуассона сталі $\nu=0,3$;
3. Момент на валу електродвигуна беремо з (3.2), та якщо муфта витримує досліджуємо максимальний момент що може витримати муфта.

Розрахунок модернізованої конструкції муфти було виконано в студентській версії програмного комплексу «ANSYS» з використанням методу скінченних елементів.

Розміри муфти наведено на ескізі (Рисунок 4.1). На Рисунок 4.2 наведено зображення із змодельованою конструкцією муфти в програмному середовищі ANSYS Workbench. Модель розрахункової конструкції із заданими закріпленнями та навантаженнями приведена на рис. 4.4. На рис. 4.5 зображено поле деформацій. На рис. 4.6 відображено результати розрахунку.

На рис. 4.7 відображено результат розрахунку при якому муфта муде зруйновано. Це відбувається при виникненні моменту в розмірі $2 \cdot 10^{10} \text{ Н} \cdot \text{мм}$.

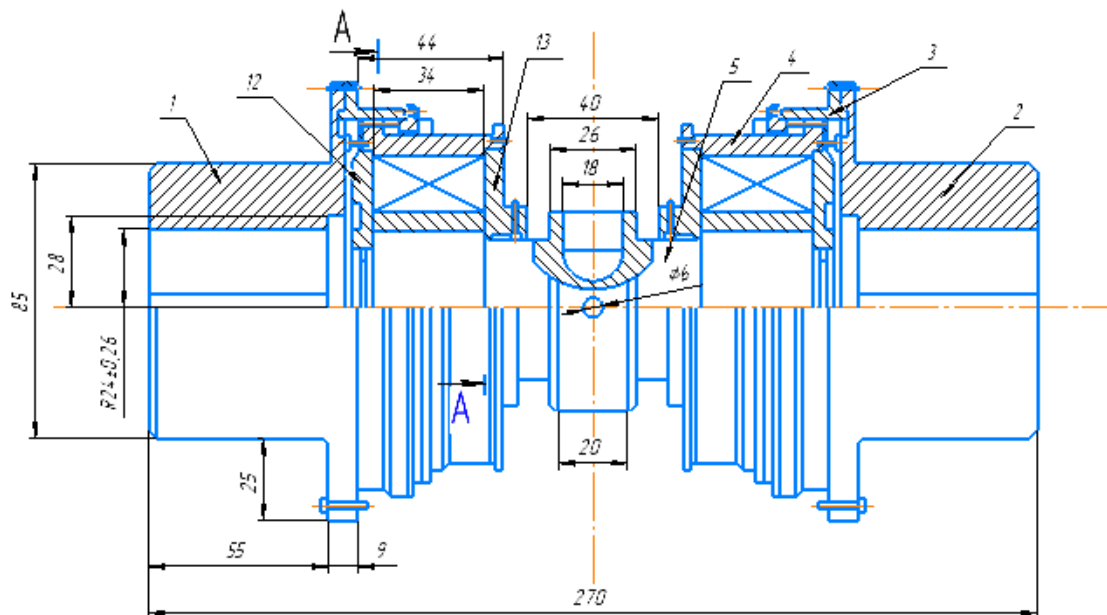


Рисунок 4.1 Ескіз муфти

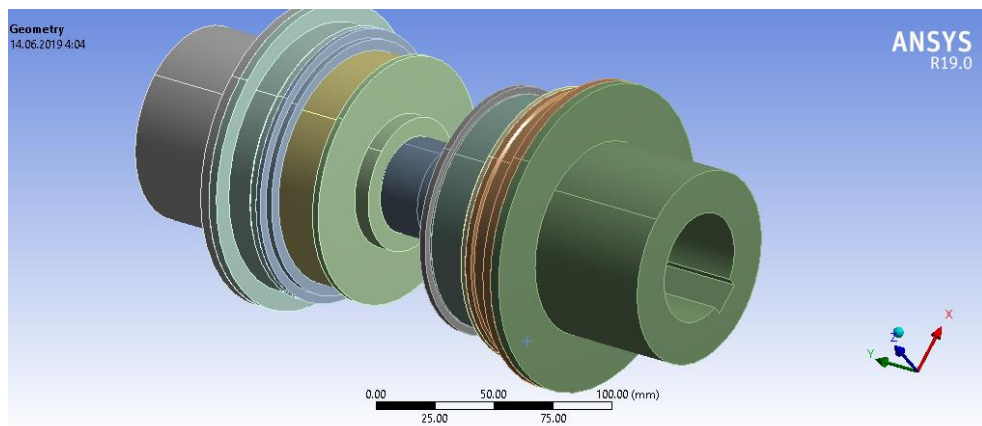


Рисунок 4.2 Побудована в програмному середовищі муфта

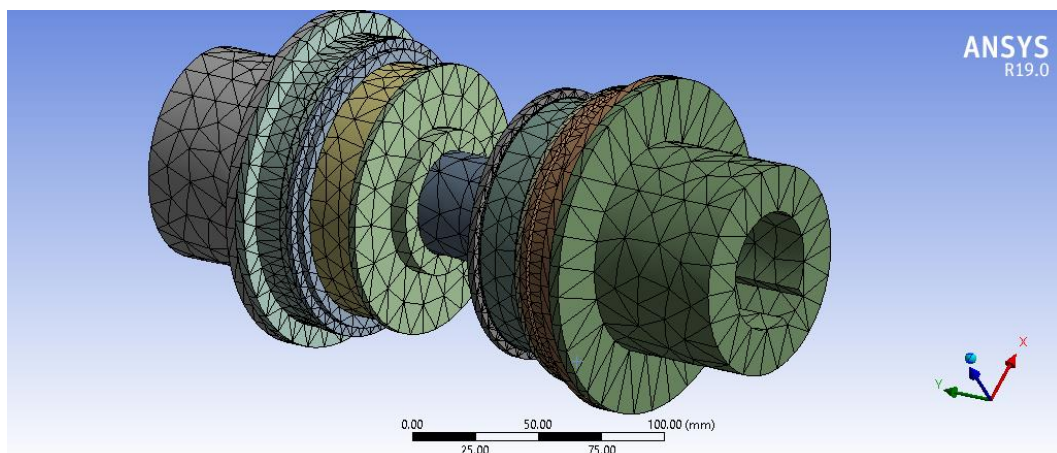


Рисунок 4.3 Муфта поділена на скінченні елементи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.063113.02-90PP

Арк.

11

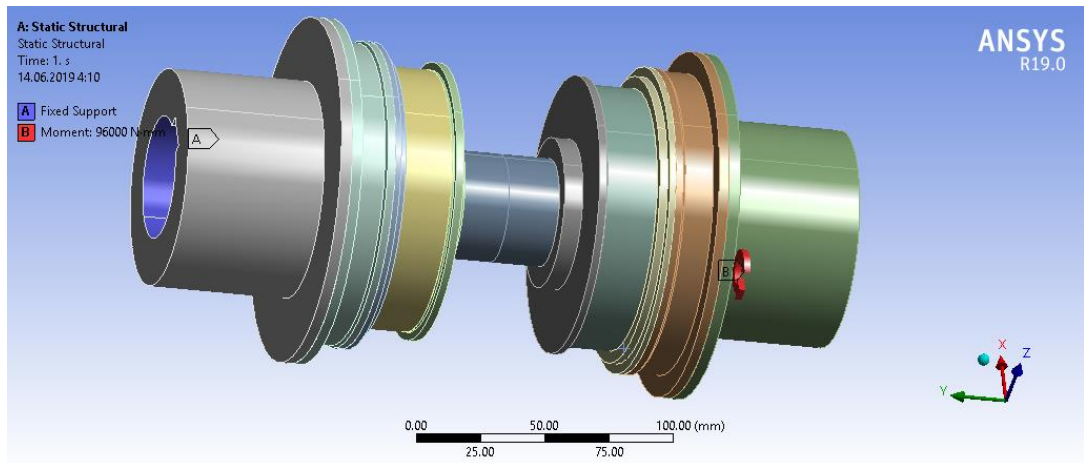


Рисунок 4.4 Розрахункова модель

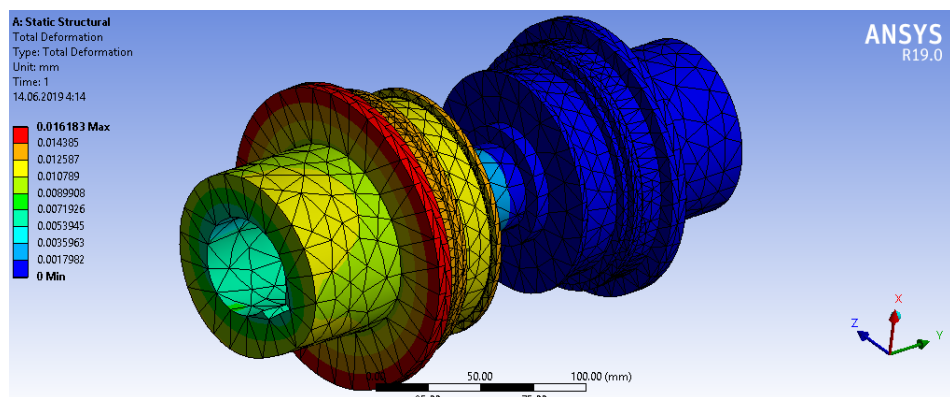


Рисунок 4.5 Деформована схема конструкції (КМД $2e+03$)

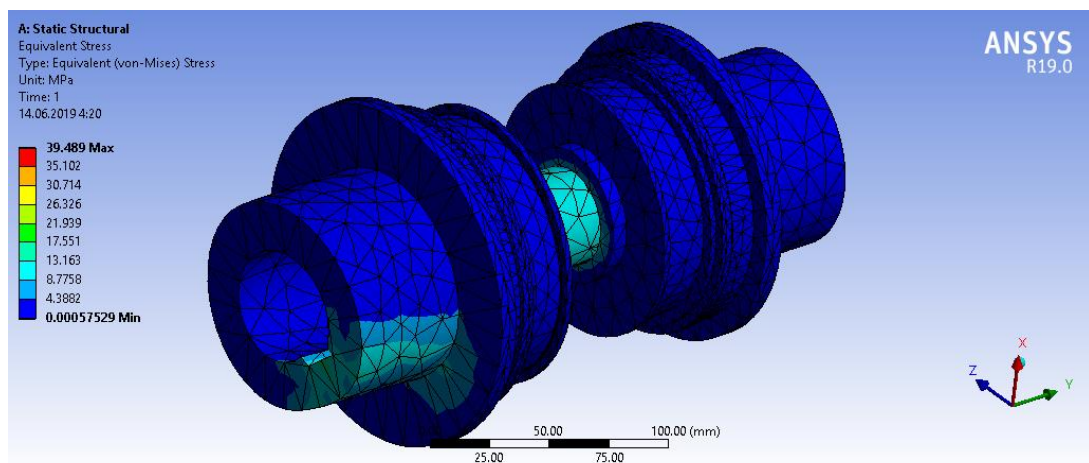


Рисунок 4.6 Результат розрахунку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.063113.02-90PP

Арк.

12

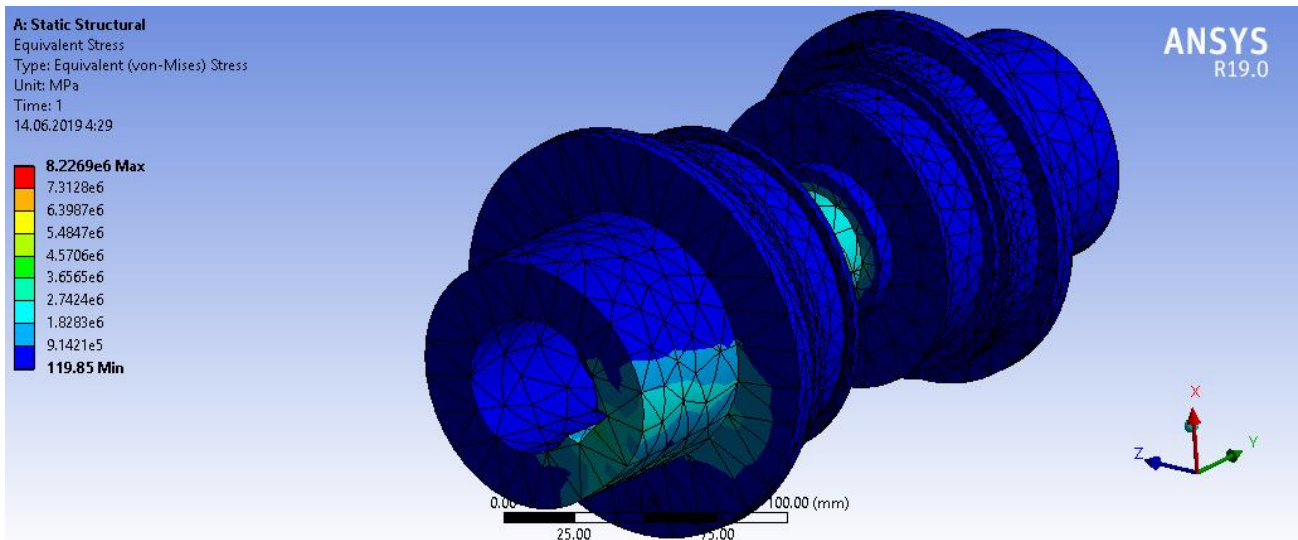


Рисунок 4.7 Напруженні при заданому моменті $2 \cdot 10^{10} \text{ Н} \cdot \text{мм}$

					<i>ЛП51.063113.02-90PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ РОЗРАХУНКИ

В результаті проведених розрахунків було виконано:

1. Було виконано параметричні розрахунки. В результаті яких було знайдено: кут захвату $\sigma = 38.58^\circ$, діаметр кільця $D = 1.1$ м, центральний кут $\beta = 0.55$ рад, сила стискання матеріалу $P = 4.2 \cdot 10^{-3}$ МН, ширина ролика $B = 0.2$ м, сила тяжіння ролика $G = 1921$ Н, частота обертання вертикального валу $n = 1.24$ об/с, кінцевий розмір продукту $d_{\text{сер}} = 0.0003$ м, коефіцієнт розпушування $\mu = 0.4$, кількість роликів $z = 2$, продуктивність млина $\text{PROD} = 1.29$ т/год, потужність двигуна $N = 7.07$ кВт.
2. Були підтвердженні параметричні розрахунки за допомогою заходів ПЕОМ, а саме середовище Fortran.
3. Були виконані кінематичні розрахунки, в результаті яких було прийнято двигун 4A160S8 УЗ потужністю $N = 7.5$ кВт, числом обертів $n = 750$ об/хв.
4. Було виконано розрахунок на міцність модернізованої муфти млина за допомогою програмного комплексу САПР, а саме програми «ANSYS».

					<i>ЛП51.063113.02-90PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. І. В. Коваленко В. В. Малиновський Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв
2. Н.А. Берков Н.Н. Беркова Учебное пособие алгоритмический язык фортран 90
3. Сахаров О. С., Щербина В. Ю., Гондлях О. В., Сівецький В. І., САПР. Інтегрована система моделювання технологічних процесів і розрахунку обладнання хімічної промисловості : навч. пос. К. : ТОВ Поліграф Консалтинг, 2006. — 156 с.
4. Щербина В.Ю., Конструкторське проектування обладнання. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. – 83 с.
URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25669>

					<i>ЛП51.063113.02-90PP</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програма для параметричних розрахунків на ПЕОМ

Для розрахунку параметричних даних маятникового млина було обрано програмне середовище Fortran.[2]

З метою зручності виконання розрахунків на Fortran складено блок-схему алгоритму розрахунку та таблицю ідентифікаторів.

Текст програми виконання розрахунків параметричних даних маятникового млина наведені нижче з використанням оператора DATA

Program ig

```
REAL D,DSER,DE,TAN,P,BETA,SIG,G,PI,B,RO,GE
```

```
DATA DSER/0.02/,DE/0.4/,TAN/0.03/,BETA/0.65/,SIG/0.11/,PI/3.14/,&  
B/0.2/,RO/7850./,GE/9.8/
```

```
D=(DSER*(DE+DSER))/(DSER-(DE*TAN))
```

```
P=((DE*DE)*BETA*SIG)/4
```

```
G=((PI*DE*DE)/4)*B*RO*GE
```

```
WRITE(*,*)'D=',D,'m','P=',P,'MH','G=',G,'H'
```

```
STOP
```

```
END
```

Результати розрахунків:

D=1.050000m P= 2.860000E-03MH G= 1932.482000H

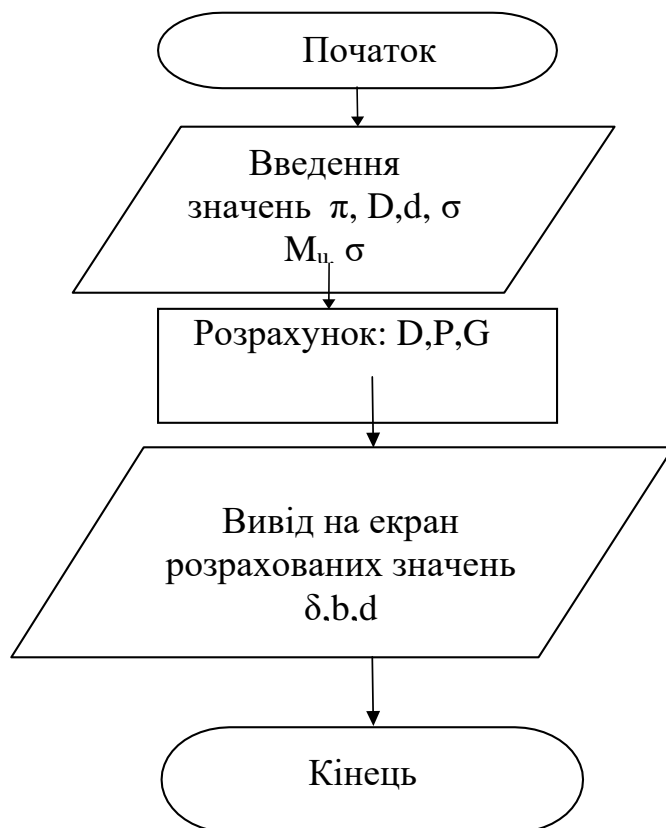
Stop - Program terminated.

					ЛП51.063113.02-90PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

ДОДАТОК Б

Таблиця ідентифікаторів та блок схема параметричного розрахунку маятникового млина на мові Фортран

№ п/п	За текстом	У програмі	Числове значення	Одиниці вимірювання	Тип	Запис (вводу)
1	$D_{сер}$	DSER	0,02	м	Real	0.02
2	d	DE	0,4	М	Real	0.4
3	$\tan^2 \frac{\alpha}{2}$	TAN	0.03	-	Real	0.03
4	β	BETA	0,65		Real	0.65
5	π	PI	3.14	Нм ²	Real	3.14
6	σ	SIG	0.11	МПа	Real	0.11
7	B	B	0.2	М	Real	0.2
8	$\rho_{мет}$	RO	7850		Real	7850.
9	g	GE	9,8	м/с ²	Real	9.8
10	D	D	Обчислюється		Real	
11	P	P	Обчислюється		Real	
12	G	G	Обчислюється		Real	



Зміст

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	2
1.1 Опис і призначення деталі	2
1.2 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	4
1.3 Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі	5
1.3.1 ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ..	5
1.3.2 РОЗРАХУНОК СИЛ ЗАКРІПЛЕННЯ У ПРИСТОСУВАННІ	5
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	8
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	9

					<i>ЛП51.063113.03-90ТЕ</i>		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Яровий Р.В.				Маятниковий млин з модернізацією привідного пристрою	Літ.	Арку.
Перевір.	Борщук С.О.						1
Реценз.						НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ІХФ	
Н. Контр.							
Затверд.	Гондлях В.О.						

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

1.1 Опис і призначення деталі

В ході виконання розділу "Технологія машинобудування" дипломного проекту було розроблено технологічний процес виготовлення деталі "Втулка" та визначено послідовність виконання технологічних операцій виготовлення деталі.

Деталь "Втулка" (Рис. 1.1) являє собою складовою частиною вузла "Маятника" маятникового млина і слугує для запобігання зношування отвору ролика

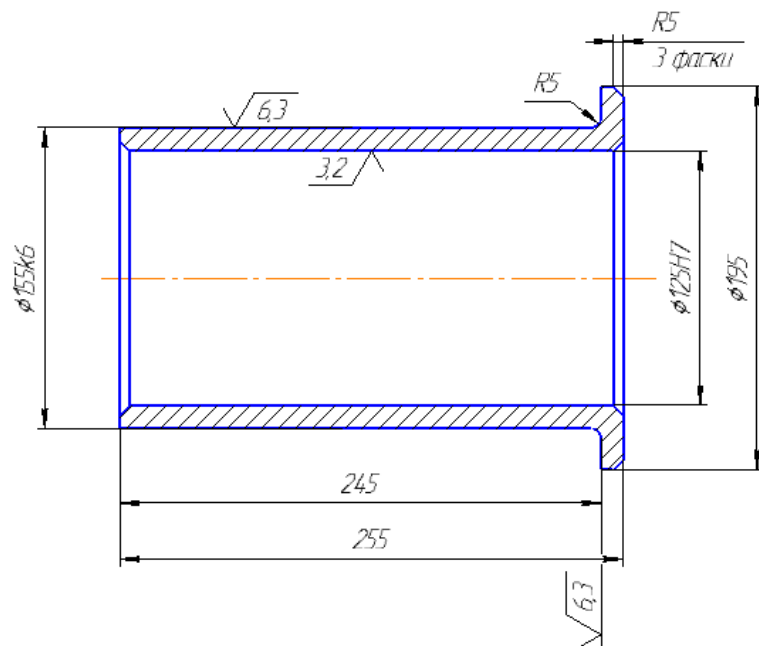


Рисунок 1.1 Ескіз деталі "Втулка"

В результаті технологічного контролю креслення (ЛП51.063113.003-90СК) було виявлено наступне:

- 1 На кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі;
- 2 Шорсткість усіх поверхонь деталі вказана відповідно до ГОСТ 2789-73;
- 3 Вимоги до точності виготовлення поверхонь деталі "Втулка" відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

Деталь виготовляється зі сталі Ст45 (ГОСТ 1050-88). Заготовку для виготовлення деталі (Рис. 1.2) отримуємо методом об'ємної штамповки. Конфігурація штамповки достатньо проста і забезпечує легке отримання заготовки; формувальні уклони і клас точності відповідають вимогам стандартів; залишки облоїв і додатків можна сумістити з припуском на обробку; відходи металу при механічній обробці буде мінімізовано.

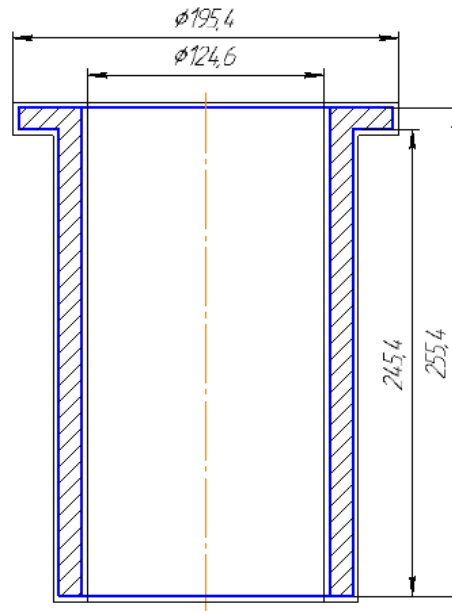


Рисунок 1.1 – Заготовка деталі "Втулка"

Для досягнення високої продуктивності та якості при виготовленні деталі "Втулка" у всіх операціях обробки використовуємо спеціальні пристрої з швидкодіючим затисканням заготовок.

Обробку виконуємо стандартним інструментом. Матеріали різальної частини різців - тверді сплави Т15К6 та Т30К4, фрез торцевих та шпонкових - Р6М5, круги шліфувальні - КЗ-Б, свердла центровочні за ГОСТ 14952-76.

					ЛП51.063113.03-90ТЕ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

1.2 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Технологічний процес виготовлення деталі "Втулка", який було розроблено у процесі виконання дипломного проекту, представлений у маршрутній карті, картах ескізів та операційних картах [1, 2, 4].

					<i>ЛП51.063113.03-90TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1.3 Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі

1.3.1 ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

Для операцій, що виконуються під час токарної обробки деталі використаємо трьохкулачковий клиновий патрон [3]. На кресленні (ЛП51.053113.007-90СК) зображено конструкція патрону. У радіальних пазах корпусу 1 рухаються три кулачки 2 з прикріпленими до них за допомогою гвинтів 8 губками 5. У центральному отворі патрона розміщено ковзаюча муфта 4, пов'язана зі штоком поршня повітряного циліндра. Для зв'язку з кулачками, муфта має три пази, що розміщені похило під кутом 15° . Пази муфти та виступи на кулачках утворюють клинові пари. При осьовому переміщенні муфти кулачки зміщуються у радіальному напрямі і стискають деталь, що оброблюється.

Кут у 15° обрано для того, щоб уникнути самогальмування в клинових парах.

Форма клинового з'єднання дозволяє легко міняти комплекти кулачків. У муфті 4 передбачено шестигранний отвір для ключа; при повороті муфти проти годинникової стрілки на кут 15° кулачки виводять із зачеплення і виймають. У робочому положенні муфта утримується штифтом 7, який одночасно служить упором, що обмежує поворот муфти при заміні кулачків. Пружинні штифти 6 стримують кулачки від випадання, коли вони виведені із зачеплення з муфтою. Втулка 5 захищає патрон від проникання до нього бруду та стружки. Одночасно її конусний отвір використовується для встановлення направляючих втулок, упорів і т.п.

1.3.2 РОЗРАХУНОК СИЛ ЗАКРІПЛЕННЯ У ПРИСТОСУВАННІ

Для визначення сил закріплення потрібно визначити усі сили, що діють на заготовку (рис.1.3). З одного боку на неї діють складові сили різання, з іншого - сила затиску, що перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів даних сил і з урахуванням коефіцієнта запасу визначаються необхідну силу закріплення.

					ЛП51.063113.03-90ТЕ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

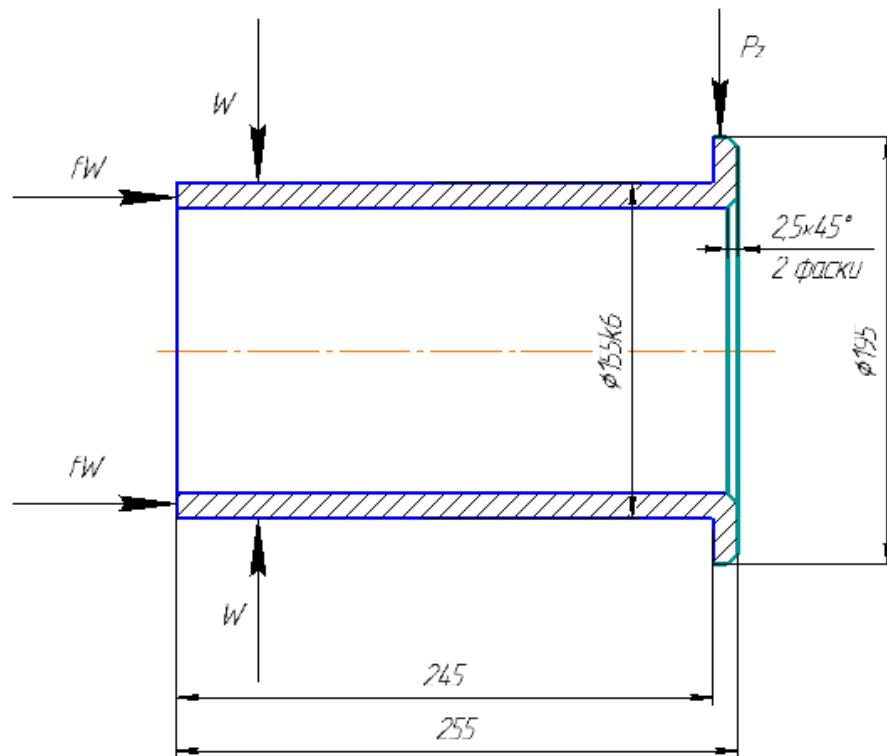


Рисунок 1.3 – Система сил, що діють на деталь у процесі обробки

Сумарний крутний момент від дотичної складової сили різання, що прагне повернути заготовку у кулачках дорівнює:

$$M_p = P_z \cdot r_1.$$

Поворот заготовки попереджає момент сили затиску, який визначається наступним чином:

$$M_z = W_{\text{сум}} \cdot f \cdot r.$$

У приведених формулах прийнято: P_z - головна складова сили різання, що прагне перевернути заготовку; $P_z = 750 \text{ Н}$, за попередніми розрахунками; r_1 - радіус обробленої частини деталі; r - радіус необробленої частини деталі; f - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачків; $W_{\text{сум}} = W \cdot 3$ - сила затискання деталі трьома кулачками патрона.

Із рівності цих моментів визначимо необхідне зусилля затиску, що перешкоджає повороту заготовки у кулачках:

$$W_{\text{сум}} = \frac{K \cdot P_z \cdot r_1}{f \cdot r},$$

де K – коефіцієнт запасу, що залежно від конкретних умов виконання технологічної операції визначається за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

де $k_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

k_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях: $= 1,0$;

k_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення інструменту; вибираємо залежно від методу обробки і матеріалу заготовки: $k_2 = 1,2$;

k_3 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання при переривистому різанні: для безперервного різання $k_3 = 1,0$;

k_4 - коефіцієнт який характеризує сталість сили, що розвивається затискним механізмом: для механізованих приводів $k_4 = 1,0$;

k_5 - коефіцієнт, який характеризує ергономіку немеханізованого затискного механізму (зручність розташування органів затиску і т. д.): для механізованих приводів $k_5 = 1$.

k_6 - вводиться в розрахунок тільки при наявності моментів, які прагнуть повернути заготовку, встановленої плоскою поверхнею на опори: $k_6 = 1,2$.

У даному випадку коефіцієнт k дорівнює:

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 2,16$$

Остаточню, сила закріплення:

$$Q = \frac{2 \cdot 25000}{0,16 \cdot 166 + \frac{0,16 \cdot 166}{\sin \frac{60}{2}}} = 1255 \text{ Н.}$$

Сила закріплення не повинна перевищувати 1500Н, за коеф. запасу.

Для надійного закріплення деталі необхідно, щоб сила закріплення була не менша, ніж знайдене значення.

					ЛП51.063113.03-90TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Висновки до розділу технологія машинобудування

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення втулки маятника було виконано наступне:

1. Був зроблений опис деталі та її призначення.
2. Були розроблені маршрутні, ескізні та операційні карти.
3. Проведений розрахунок пристосування, а саме трикулачкового клинового патрона
4. Проведений розрахунок сил закріплення у пристосування та знайдену остаточну силу закріплення $Q = 1255 \text{ Н}$.

					<i>ЛП51.063113.03-90TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Перелік посилань

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машино-строение, 1986. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машино-строение, 1985. – 496 с.
3. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для техникумів. М., "Высш. школа", 1974. - 263с.
4. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. Т2/под ред. А.Г. Косилової і ін- М: Машинобудування, 1985. 496с. мул.

					<i>ЛП51.063113.03-90TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

У результаті виконання дипломного проекту на тему: «Маятниковий млин з модернізацією привідного пристрою» отримано наступні результати розробки і проектування:

1. Вивчено принцип роботи і конструкцію маятникового млина.
2. Проаналізовано технічні параметри і характеристики маятникових млинів;
3. Визначено їх технічні переваги та недоліки.
4. Проведено патентно-літературний огляд, з метою знаходження модернізації привідного пристрою.
5. Виконано розділ «Охорона праці». При роботі технологічної лінії розроблено заходи для забезпечення необхідних умов праці.
6. Розроблено і спроектовано маятниковий млин з модернізацією привідного пристрою.
7. Визначено механіко-економічні показники від модернізації: модернізація привідного пристрою.

В результаті проведених розрахунків було виконано:

1. Було виконано параметричні розрахунки. В результаті яких було знайдено: кут захвату $\sigma = 38.58^\circ$, діаметр кільця $D = 1.1$ м, центральний кут $\beta = 0.55$ рад, сила стискання матеріалу $P = 4.2 \cdot 10^{-3}$ МН, ширина ролика $B = 0.2$ м, сила тяжіння ролика $G = 1921$ Н, частота обертання вертикального валу $n = 1.24$ об/с, кінцевий розмір продукту $d_{\text{сер}} = 0.0003$ м, коефіцієнт розпушування $\mu = 0.4$, кількість роликів $z = 2$, продуктивність млина $PROD = 1.29$ т/год, потужність двигуна $N = 7.07$ кВт.
2. Були підтвердженні параметричні розрахунки за допомогою заходів ПЕОМ, а саме середовище Fortran.
3. Були виконані кінематичні розрахунки, в результаті яких було прийнято двигун 4A160S8 УЗ потужністю $N = 7.5$ кВт, числом обертів $n = 750$ об/хв.

4. Було зроблено розрахунок на міцність вала маятника за допомогою заходів САПР, а саме програми «ВЕСНА».

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення втулки маятника було виконано наступне:

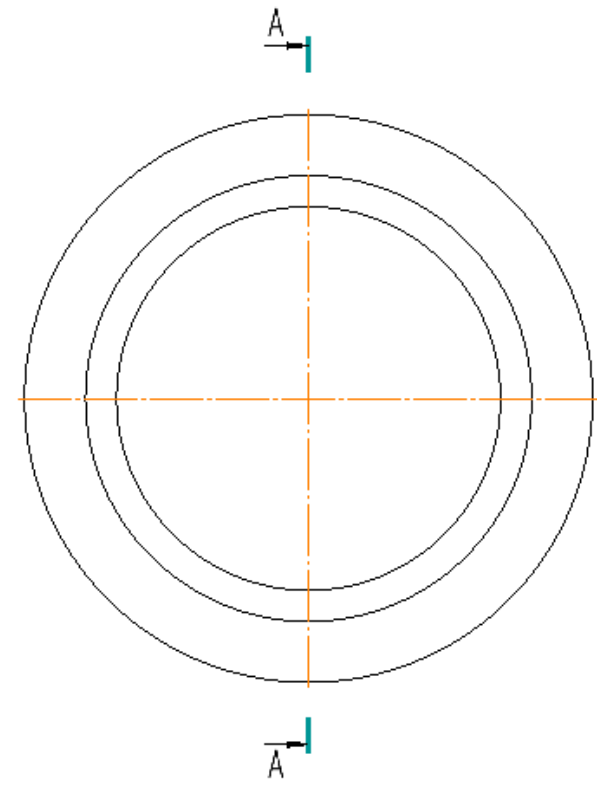
1. Був зроблений опис деталі та її призначення.
2. Були розроблені маршрутні, ескізні та операційні карти.
3. Проведений розрахунок пристосування, а саме трикулачкового клинового патрона.
4. Проведений розрахунок сил закріплення у пристосування та знайдену остаточну силу закріплення $Q = 1255 \text{ Н}$.

Також за результатами дипломного проекту було подано тези на всеукраїнську науково-технічну конференцію.

ДОДАТКИ

										ГОСТ 3.1406 – 86				Форма 3				
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
Разраб.	Яровий Р.В.				НТУУ "КПІ"													
Проверил	Борищук С. О.				ІХФ													
					гр. ЛП-51													
Утв.					Втулка													
Н. контр.																		

A-A



Дубл.												Изм.		Лист		№ докум.		Підп.		Дата	
Розробив		Яровий Р.В.						НТУУ «КПІ» кафедра ХПСМ		Втулка приводного валу				-							
Затвердив		Борщик С.О.																			
Н. контроль				Підпис		Дата															
А	Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, найменування операції					Позначення документа											
Б	Код, найменування обладнання					С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	Конд.	Е.Н.	О.П.	Кшт.	Т.п.з.	Тшт.					
К	Найменування деталі, сб. одиниці або матеріала					Позначення, код					А.П.	Е.В.	Е.Н.	К.И.	Н-расх.						
01	10	05	01	005	4284 Токарно-Гвинторізна								ИОТ	№1241-91							
02					041162.XXXX 16K20					1	Ток.	110	1Р	1	1	1	127	1,84	0,24	1,67	
03	Чорнове та чистове точіння поверхні Ø150к6 і Ø195 з одночасним підрізанням торця Г, точіння площини В.																				
04	XXXX.XXXX Патрон трьохкулачковий; 281150 Різець підрізний ВК8; 281110 Різець прохідний ВК8;																				
05	401111 ШЦ 250;																				
06																					
07	10	05	02	010	4284 Токарно-Гвинторізна								ИОТ	№1241-91							
08					041162.XXXX 16K20					1	Ток.	110	1Р	1	1	1	127	0,56	0,24	0,79	
09	Підрізання торця А, точіння фаски 5х45 на площині А.																				
10	XXXX.XXXX Патрон трьохкулачковий; 281150 Різець підрізний ВК8;																				
11	401111 ШЦ 250;																				
12																					
13	10	05	03	015	4221 Токарно-Гвинторізна								ИОТ	№1241-91							
14					041162.XXXX 16K20					1	Ток.	110	1Р	1	1	1	127	1,21	0,24	1,43	
15	Чорнове та чистове розточування отвору Ø125Н7. Точіння фасок 5х45.																				
16	XXXX.XXXX Патрон трьохкулачковий; 281330 Різець розточний ВК8;																				
17	401421 Калібр-пробка; 401111 ШЦ 250;																				
18																					
19	10	05	05	020	Шліфувальна								ИОТ	№1241-91							
20					041162.XXXX 3М151					1	Шліф.	110	1Р	1	1	1	127	0,94	0,24	1,16	
М.К.																					

Дубл.										Изм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата																		
<table border="1"> <tr> <td>Розробив</td> <td>Легкий С. М.</td> <td></td> <td></td> <td rowspan="3">НТУУ «КПІ» кафедра ХПСМ</td> <td rowspan="3">Втулка приводного валу</td> <td rowspan="3">-</td> <td colspan="3" rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Затвердив</td> <td>Борщук С.О.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Н. контроль</td> <td>Підпис</td> <td>Дата</td> </tr> </table>															Розробив	Легкий С. М.			НТУУ «КПІ» кафедра ХПСМ	Втулка приводного валу	-				Затвердив	Борщук С.О.			Н. контроль		Підпис	Дата
Розробив	Легкий С. М.			НТУУ «КПІ» кафедра ХПСМ	Втулка приводного валу	-																										
Затвердив	Борщук С.О.																															
Н. контроль		Підпис	Дата																													
А	Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, найменування операції		Позначення документа																									
Б	Код, найменування обладнання				С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	Конд.	Е.Н.	О.П.	Кшт.	Тп.з.	Тшт.																	
К	Найменування деталі, сб. одиниці або матеріала				Позначення, код						А.П.	Е.В.	Е.Н.	К.И.	Н.РАСХ.																	
21	292129	Оправка розтискна																														
22	401423	Калібр-скоба; 401111 ШЦ 250;																														
23	10	05	06	025	Шліфувальна		ИОТ №1241-91																									
24					041162.XXXX 3М151		1	Шліф.	110	1Р	1	1	1	127	0,857 0,24 1,138																	
25	Шліфувати поверхні, витримуючи розміри Ø200Н8																															
26	XXXX.XXXX Пристрій спеціальний;																															
27	401421	Калібр-пробка; 401111 ШЦ 250;																														
28																																
29	10	05	07	030																												
30	Контрольна																															
31																																
32																																
33																																
34																																
35																																
36																																
37																																
38																																
39																																
40																																
М.К.																																

[illegible]